

# 高效过滤技术的现状及发展趋势探讨

王世杰

北京康洁之晨水处理技术有限责任公司, 中国·北京 102206

**摘要:** 对于环境污染治理和资源再生等领域, 高效过滤技术成为重要的关键技术。现代高效过滤技术包括无纺布过滤、膜分离技术、吸附过滤以及电化学过滤等几大类。论文针对以上技术的优缺点进行详细的比较和讨论, 并结合相关应用案例进行详述。研究发现, 这些过滤技术在应用过程中依旧存在如过滤效率不高、过滤精度不足、设备成本较高等问题。目前, 世界各地研究人员正在寻找在成本、效率和环保等方面达到最优的新型材料和结构。最后, 通过对当前高效过滤技术现状的研究, 发现无机膜和生物材料作为过滤材料将是未来发展的重要趋势。此外, 结构优化和过滤组合也是未来技术创新的重要方向。希望此研究成果能对推进高效过滤技术的改进和发展提供一定的参考和借鉴。

**关键词:** 高效过滤技术; 无纺布过滤; 膜分离技术; 过滤材料; 技术创新

## Exploration into the Current Status and Development Trends of Efficient Filtering Technology

Shijie Wang

Beijing Kangjie Zhichen Water Treatment Technology Co., Ltd., Beijing, 102206, China

**Abstract:** For fields such as environmental pollution control and resource regeneration, efficient filtration technology has become an important key technology. Modern efficient filtration technologies include non-woven fabric filtration, membrane separation technology, adsorption filtration, and electrochemical filtration. The paper provides a detailed comparison and discussion of the advantages and disadvantages of the above technologies, and elaborates on them with relevant application cases. Research has found that these filtering technologies still face issues such as low filtering efficiency, insufficient filtering accuracy, and high equipment costs during application. At present, researchers around the world are searching for new materials and structures that achieve optimal cost, efficiency, and environmental protection. Finally, through the study of the current status of efficient filtration technology, it was found that inorganic membranes and biomaterials as filtration materials will be important trends for future development. In addition, structural optimization and filtering combination are also important directions for future technological innovation. I hope this research result can provide some reference and inspiration for promoting the improvement and development of efficient filtration technology.

**Keywords:** efficient filtering technology; non woven fabric filtration; membrane separation technology; filter material; technological innovation

## 0 前言

当前, 工业化城市化进程在加快, 环境污染和资源枯竭已经成为全球关注的大问题。过滤技术, 这个问题的关键解决方案, 因其在环保和资源再生方面的潜力, 越来越得到人们的重视。此技术, 是物质分离科学中一个要紧的组成部分。近年来, 已经创新出多种高效的过滤技术, 像无纺布过滤、膜分离技术、吸附过滤和电化学过滤等。尽管有了明显的进步, 但还有许多问题, 如过滤效率不高、过滤精度不够以及设备成本较高等, 还没有得到彻底解决。此文就这些技术的优点、问题以及改进建议, 进行了深入的分析, 并且对未来的发展方向进行了探索。期待这些观点, 对优化过滤技术能够有所启示。

## 1 高效过滤技术的分类及优缺点分析

### 1.1 无纺布过滤技术的研究现状及应用

无纺布过滤技术, 被称为高效过滤技术之一, 近些年在环境以及资源再生领域, 获得了越来越多的应用<sup>[1]</sup>。这种技术的主要优势在于无纺布的制作流程简略, 成本低廉, 同时具备多样性结构和良好的透气性, 以至于在空气过滤、水处理和工业废气处理等方面, 找到了广泛应用。而这种过滤材料主要以高分子如聚酯、聚丙烯等材质为原料, 经由熔喷、纺粘、热轧等不同的生产工艺加工而成。各种工艺都会影响到无纺布过滤材料的孔径和纤维分布, 从而使其满足多样化的过滤需求。例如, 熔喷工艺生产出的无纺布纤维粗细适中、孔隙率高, 尤其适用于高效过滤粉尘; 而由纺粘工艺

生产的无纺布则具有较强的强度和抗压能耐,更适用于水过滤和液体的分离工作。无纺布过滤技术的优点突出,包括高过滤效率、低压降、重量轻、可裁剪成各种形状等。也存在一些缺点和挑战。例如,经过长期使用后,滤布容易堵塞,影响过滤效果;纤维结构易受污染物影响,降低使用寿命。对于有机溶剂和高温区域的应用,无纺布材料的耐受性能尚需提升。

为解决现存短板,学者们把精力投入新一代无纺布材料及其组合构造的研究探索当中。纳米纤维、调节剂以及其他的功能性材料的追加,让无纺布在过滤效果以及对垢污的抵御能力上得以增强。磁性无纺布的研究趋势,让我们对于特殊污染物的指向性的捕获以及分离成为可能。在实际应用的实践中,无纺布过滤材料在汽车空气滤器、工厂废气清洁设备以及居家空气过滤器等领域的运用越来越广泛。未来的无纺布过滤技术有很大的发展空间,新型材料的引进以及工艺流程的优化提升,让它不仅可能,更是有望在各个领域持续发挥核心的角色。

## 1.2 膜分离技术的研究现状及应用

膜分离技术,作为过滤此类技术中的一部分,近些年赢得在水处理、食品加工、生物医药,还有化工等领域广泛利用的声望。这个技术含金量在于使用一定大小孔径的膜材料,从液体、气体混合物中有选择性的分离出需要的成分,把它们净化或浓缩。微滤、超滤、纳滤和反渗透等技术手段,每个都按不同膜孔径需求,在分离效力和使用面里自有独到之处。依据膜分离技术,工业应用开始实现了出类拔萃的优势。这项技术,不仅高效过滤,更能够有效减少水中的悬浮物、不能见的微生物和原先的有机污染物。膜分离手段与传统过滤法相对比,明显易用、过程可控且对处理对象的化学特性影响微小。然而,膜分离技艺也有其自身的局限。在使用过程中,膜污染和堵塞问题经常出现,使过滤效率减弱、通量降低,进一步影响膜的使用寿命。膜材料在成本上的投入较大,为整套设备的经济性带来了压力。

环保和节能的要求在日益提高,因此对膜材料的研究和改进成了研究的重点。现在的研究方向是在开发高抗污性、长寿命而且成本低新型膜材料上,包括有机-无机复合膜和纳米复合膜。应用案例显示,这些新型膜不仅提高了过滤效率,还延长了膜的使用寿命,有效降低了维护成本,显示出良好的应用前景。未来,膜分离技术将在复杂介质分离和资源回收等高精度过滤领域继续发挥关键作用。

## 1.3 吸附过滤与电化学过滤技术的研究现状及应用

吸附过滤技术通过吸附剂捕捉有害物质,实现水和空气的净化,其优点在于操作简便、吸附种类多样,缺点在于吸附剂饱和后需更换,导致运营成本高。电化学过滤技术利用电化学反应去除污染物,具有高效、选择性好等优点,其缺点包括电耗大、设备维护复杂。不论吸附过滤还是电化学过滤,两者在处理工业废水、空气治理等领域具有广泛应用,

但在效率提升和成本控制方面仍需进一步研究。

## 2 高效过滤技术存在的问题与挑战

### 2.1 过滤效率与过滤精度的问题分析

近年来,高效过滤技术对于工业发展和环境保护有着不可或缺的作用。虽然这门技术的发展颇为突出,但其效率与精度仍存在诸多问题。效率就是指过滤器除去颗粒物和污染物的性能,若是比较强,过滤器的整体性能也就比较优;精度则是进一步分析,即过滤器对于微粒和粉尘的识别与处理能力。这两者的好坏,对于评价过滤技术的性能起到决定性的作用。现时大部分高效过滤技术,在遇上混杂复杂、分布不均的污染物时,其过滤效率往往无法满足预期,难以达标。例如,无纺布过滤和膜分离技术虽然具有高透气性和高分离性能,但在处理不同粒径的颗粒物时,其效率会因颗粒物浓度和性质的差异而有所降低。吸附过滤和电化学过滤技术虽然能够有效去除某些特定污染物,但对于多成分混合污染物的处理效果尚不令人满意。在过滤精度方面,现有技术也表现出一定的局限性。许多过滤材料在微米及亚微米级别的粒径过滤方面表现出色,但当处理纳米级别的污染物时,其精度往往不足。膜分离技术在纳米尺度精准过滤时,难免出现膜孔阻塞问题,导致过滤正确性降低。优化过滤精度,往往附带过滤介质阻力的增大,反过来影响过滤效果。扩大过滤效果与提高过滤精确性的双重目标,实践中难以同时达成。优秀精度的过滤需要用到更为精细的过滤素材,这无形中提升了过滤的难度,重在提升制作与维修的费用。实际运用中,建立过滤功效与过滤精细度之间的平衡,变成了现如今高效过滤技术面对的一个主要难题。将以上问题综合考量,高效过滤技术需要在材料和结构上进一步完善,采取过滤方法的多样化,旨在不增加成本的条件下,提升过滤的效果和精确度。这对提升过滤技术的使用效果具有重大的意义,也为将来研制更为初级且可信的过滤设备指引出了一条新的发展之路。

### 2.2 高效过滤设备的成本问题

高效过滤设备的普遍使用受到了成本问题的制约,这是不可忽视的事实。在设备制造的过程中,材料成本往往占据主要部分。更是因为高效过滤设备更多地采用了高端材料,如高性能纤维、陶瓷、金属合金和复合材料,这些都是保证过滤效果和耐久性的关键,但也因此相应地加大了生产成本<sup>[2-3]</sup>。复杂的制造工艺和高精度的加工要求进一步提升了设备的生产费用。一些高效过滤技术的维护和更换成本也较高,如膜分离技术中的膜组件更换频率较高,而吸附过滤中的吸附材料需要定期更换或再生,这些都会增加整体运营成本。高效过滤设备的能耗也是不可忽视的一部分,在长时间运行过程中,其电力和资源消耗带来较高的运营支出。未来,成本问题的解决将依赖于新型材料的开发、制造工艺的优化以及提高设备的使用寿命和能效比,通过技术创新来降低设备成本,以实现更广泛的应用和推广。

## 2.3 环保及可持续发展的挑战

高效过滤技术在环保及可持续发展方面面临诸多挑战<sup>[4]</sup>。其一,部分高效过滤材料在生产和使用过程中会产生废弃物,造成二次污染。这些废弃物的处理和回收需要进一步的技术和经济投入,从而影响整体环保效果。其二,某些高效过滤设备在运行过程中消耗大量能源,增加了碳排放和环境负担,违背了可持续发展的初衷。高效过滤材料的可再生性和生物降解性也是当前研究的重点。现有材料中,多数不具备可降解性,难以实现循环利用,对环境友好度较低。未来需要在开发新型环保材料方面加大研究力度,以满足环保和可持续发展的需求。储备和利用可再生资源,以及寻找低能耗的过滤技术将是解决这些挑战的关键方向。

## 3 高效过滤技术的发展趋势及创新方向

### 3.1 无机膜和生物材料应用的前景分析

无机膜和生物材料作为高效过滤技术的关键材料,在未来发展中具有广阔的应用前景<sup>[5]</sup>。无机膜由于其优越的机械强度、化学稳定性和耐高温性能,被广泛应用于各种苛刻环境中的过滤过程。常见的无机膜材料包括陶瓷膜、氧化铝膜和碳化硅膜等,这些材料不仅能够承受高压高温,还具有较长的使用寿命和可再生性,使其在工业废水处理、气体分离以及化工溶液净化等领域表现出色。生物材料因其来源广泛、可降解性强及对环境友好而受到了广泛关注。近年来,壳聚糖、纤维素等天然高分子材料逐渐被应用于过滤领域,这些材料不仅对多种污染物具有良好的吸附效果,还能够通过生物降解进行处理,减少对环境的二次污染。例如,利用壳聚糖作为吸附剂可以有效去除水中的重金属离子和有机染料,展现出优异的过滤性能和环保特性。在无机膜和生物材料的应用中,结构和表面特性的优化研究十分重要。通过改变膜的孔径大小和分布,可以显著提升其过滤效率和精度。这需要采用先进的材料科学和工程技术,如纳米技术和自组装技术,以实现材料结构的精细调控,从而达到更高效的过滤效果。

将无机膜和生物材料结合使用,形成复合材料,也是未来的发展方向之一。复合材料可以综合两类材料的优势,提供更高的机械强度和更优异的过滤性能。例如,利用陶瓷膜的机械强度和壳聚糖的吸附性能,可以制备出兼具高效过滤和高物理稳定性的复合膜,实现在多种复杂环境下的高效过滤。无机膜和生物材料在过滤技术中的应用前景广阔,通过不断的材料创新和工程优化,能够有效推动高效过滤技术的发展,为环境保护和资源再生提供重要支持。

### 3.2 结构优化及过滤组合技术的创新研究

在高效过滤技术的发展过程中,结构优化和过滤组合

技术得到了广泛关注与深入研究。结构优化主要通过改变过滤材料的微观结构和几何形状来提高过滤效率和延长使用寿命。例如,通过多层复合结构设计,可以提升过滤层的孔径分布均匀性,从而达到更高的过滤精度。纳米技术的应用使得滤膜孔径更小、更均匀,有效阻挡微米、纳米级别的颗粒物。过滤组合技术,聚焦于多种过滤技术的搭配,尽力发展最好的综合效率。以膜过滤和吸附过滤为例,这两者结合起来,借助膜的高精度和吸附材料的大容量,过滤效果获得大幅提升。在处理水的方面,联络膜纳滤和反渗透的方式,有效清理水中杂质与污染。电化学过滤与其他过滤技术的共用,能减少能源消耗同时提升过滤效率。借助人工智能和大数据,可使过滤系统设计得更合理。对过滤材料的工作状态进行实时监控,并根据数据作出相应的调整,从而进一步优化智能过滤系统。结构优化和过滤组合技术的进步,是高效过滤技术取得重大突破,也有着重要的理论和实践基础。

## 4 结语

本次研究就高效过滤技术的现状以及发展趋势进行了详尽而深入的探讨。通过分析无纺布过滤、膜分离技术、吸附过滤和电化学过滤等几大类过滤技术的优缺点,以及相关应用案例,揭示了这些技术在实际应用过程中所面临的问题,比如过滤效率不高、过滤精度不足以及设备成本过高等。对此,我们建议后续研究者在寻找新型的过滤材料和结构时,应当尽可能在成本控制、效率提升和符合环保标准等多个角度进行全面考虑。从研究现状来看,无机膜和生物材料将会是未来过滤材料的主要发展趋势,且结构优化和过滤组合有望成为激发技术创新的关键因素。希望我们的研究成果能为推动高效过滤技术的进一步改进和发展提供参考和借鉴。要想彻底解决环境污染问题,提升资源再生效率,努力推动高效过滤技术的研究和实践显得尤为重要,我们期待能看到更多有关高效过滤技术创新的研究成果。

### 参考文献:

- [1] 刘诺,李素英,翁明镜,等.高温环保过滤材料的现状及发展趋势[J].纺织导报,2022(3):48-52.
- [2] 戴斌煜.铜合金熔体过滤净化技术现状及其发展趋势[J].铜加工,2019(4):50-57.
- [3] 周志诚.大宗固废硅铝高效分离和过滤设备的技术创新[J].智能制造,2022(2):109-114.
- [4] 朱江宁.高效节能过滤分离机械与技术的发展[J].智能建筑与工程机械,2022,4(8):117-119.
- [5] 钱么,郑宇婷,梁紫茵,等.高效空气过滤材料的研究现状及发展趋势[J].纺织科技进展,2023(1):16-20.